

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO, ESFORÇO E DE RECUPERAÇÃO NÃO
SOFREU ALTERAÇÕES NAS FASES DO CICLO MENSTRUAL EM UM
GRUPO DE MULHERES JOVENS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS**

Waydson Rabelo Alves

BRASÍLIA, 2017

**FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO, ESFORÇO E DE RECUPERAÇÃO NÃO
SOFREU ALTERAÇÕES NAS FASES DO CICLO MENSTRUAL EM UM
GRUPO DE MULHERES JOVENS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS**

WAYDSON RABELO ALVES

**Trabalho de Conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Educação Física da Universidade
de Brasília, como requisito parcial para
obtenção do Título de Graduado em
Bacharelado em Educação Física.**

ORIENTADOR

PROFº DR. GUILHERME ECKHARDT MOLINA

TERMO DE APROVAÇÃO

Waydson Rabelo Alves

FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO, ESFORÇO E DE RECUPERAÇÃO NÃO SOFREU ALTERAÇÕES NAS FASES DO CICLO MENSTRUAL EM UM GRUPO DE MULHERES JOVENS CLINICAMENTE SAUDÁVEIS

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física pela Faculdade de Educação Física - Universidade de Brasília. Apresentação ocorrida em 06/07/2017.

Aprovada pela banca formada pelos professores:

Profº Dr. Guilherme Eckhardt Molina Orientador

Faculdade de Educação Física - UnB

Profº Me. Carlos Janssen Gomes da Cruz

Centro Universitário Euro Americano – UniEuro

Profº Me. Giliard Lago Garcia

Waydson Rabelo Alves

Brasília, DF

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais, Cleber Oliveira e Márcia Xavier, à minha irmã, Lorena Alves, ao meu avô e exemplo de vida, Domingos Teixeira Xavier e à minha eterna amiga Daniela Almeida de Sousa (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento vai àquele que concedeu e concede o dom da vida ao acordar todos os dias. A Deus eu agradeço por ter me guiado ao caminho percorrido para chegar onde cheguei hoje.

A meus pais, Cleber Alves de Oliveira e Márcia Rabelo Xavier Alves, pelas incontáveis oportunidades que me proporcionam e proporcionaram ao longo de minha vida. Obrigado por serem quem são! À minha companheira de vida, minha irmã Lorena, pela enorme paciência no convívio diário durante os 19 anos que crescemos juntos. Amo vocês!

Agradeço aos meus familiares, em especial a minhas tias Daniela Fonseca e Magna Rabelo por sempre me incentivar a ser uma pessoa melhor e do bem e ao meu avô, Domingos, pelo constante exemplo de como ser e agir neste mundo.

Aos que me acompanharam durante esses quase 4 anos em formação, obrigado por cada momento compartilhado. Em especial, aos amigos que a Universidade me apresentou, Sávio Alex e Alexandre Henrique.

Ao meu orientador, pelo tempo investido não somente na minha formação acadêmica, mas também pelos diversos “xaropes do Molina” que me fizeram abrir os olhos para a relevância e importância da profissão que escolhi.

Aos companheiros de pesquisa Giliard Garcia, Edgard Soares, Michelle Morlin e Lúcia Kobayashi, obrigado pelo grande apoio em minha formação profissional. A dois anos que tive a honra de conhecer, Paula e Arthur, muitíssimo obrigado por vossa amizade e companheirismo. Aprendi muito no convívio com vocês.

Aos membros do Grupo de Estudos em Fisiologia e Epidemiologia do Exercício e da Atividade Física (GEAFS), em especial aos professores Luiz Guilherme Grossi Porto e Keila Elizabeth Fontana, pelo carinho com o qual sempre me trataram e por todo o conhecimento compartilhado em cada uma de nossas reuniões.

Às voluntárias, pelo tempo dedicado à participação na pesquisa. Vocês são parte essencial deste trabalho.

Agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pelo edital de demanda espontânea 03/2015 que proporcionou a realização do projeto de pesquisa.

Resumo: O comportamento da Frequência Cardíaca (FC) em diferentes condições funcionais é amplamente utilizado com fins diagnósticos e prognósticos tanto no ambiente clínico quanto no ambiente desportivo. Em mulheres, o ciclo menstrual (CM) pode alterar a fisiologia feminina. Entretanto, as variações hormonais que ocorrem ao longo do CM e suas influências no comportamento da FC na condição de repouso, esforço e recuperação é um assunto ainda pouco explorado. **Objetivo:** Realizar a análise comparativa das respostas da FC na condição de repouso, no esforço e recuperação após teste de esforço máximo nas fases folicular e lútea do CM em mulheres jovens saudáveis. **Métodos:** A amostra foi composta por mulheres (n=11) com idade $24,1 \pm 4,4$ anos e Índice de massa Corporal (IMC) $22,5 \pm 0,56$ kg/m² e CM com duração de $28 \pm 1,1$ dias. As avaliações foram realizadas, na fase folicular, entre o 9º e o 11º dia e, na fase lútea, entre o 19º e 21º dia após o início do CM. Os registros da FC foram realizados no repouso (supino e ortostático), durante esforço incremental máximo, frequência cardíaca inicial (FC_{INICIAL}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), reserva cronotrópica (RC), e tempo total de teste (T.T). No período após o esforço, durante 5 min de recuperação ativa foram registradas as variáveis frequência cardíaca de recuperação absoluta (FCR) e percentual ($\Delta\%$ FCR) além do coeficiente de frequência cardíaca (CFCR) no 1º, 3º e 5º minutos. Após análise exploratória (*Shapiro-Wilk*) verificou distribuição normal dos dados. O Teste T para amostras independentes foi utilizado a fim de comparar os valores entre as fases do ciclo ao nível de 5%. **Resultados:** Não foram observadas diferenças significativas entre os valores de FC no repouso nas posições supina e ortostática ($p = 0,75 - 0,91$). No esforço ($p = 0,51 - 0,93$) e recuperação após o esforço FCR ($p = 0,65 - 0,91$), $\Delta\%$ FCR ($p = 0,63 - 0,93$), e CFCR (%) ($p = 0,75 - 0,81$) entre as fases folicular e lútea do CM. **Conclusão:** As variações do CM, fase folicular e lútea, não foram capazes de alterar as respostas da FC em um grupo de mulheres jovens clinicamente saudáveis.

Palavras Chave: Mulheres, sistema nervoso autônomo, ciclo menstrual.

Abstract: The behavior of heart rate (HR) in different functional conditions is widely used for diagnostic and prognostic purposes both in the clinical and sports field. In women, the menstrual cycle (CM) may alter female physiology. However, the hormonal variations that occur along the CM and its influences on the dynamic of HR in the rest, effort and recovery condition is an issue that has not yet been explored. **Objective:** To perform the comparative analysis of the HR responses in rest, effort and recovery conditions immediately after maximal effort test in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in healthy young women. **Methods:** The sample consisted of women ($n = 11$) aged 24.1 ± 4.4 years and Body Mass Index (BMI) 22.5 ± 0.56 kg/m² and a menstrual cycle lasting $28 \pm 1,1$ day. The evaluations were performed in the follicular phase between the 9th and 11th day and in the luteal phase between the 19th and 21th day after the beginning of the menstrual cycle. HR records were performed at rest (supine and orthostatic), during maximal incremental effort, initial heart rate (HR_{INITIAL}), maximum heart rate (HR_{MAX}), chronotropic reserve (CR), and total test time (T.T). In the period after the effort, during the 5 min of active recovery, the variables absolute recovery heart rate (HRR) and percentage ($\Delta\%$ HRR) were recorded in addition to the heart rate coefficient (CFCR) at the 1st, 3rd and 5th minutes. After an exploratory analysis (Shapiro-Wilk), it verified normal distribution of the data. The T-Test was used for independent samples in order to compare the values between the phases of the cycle at the 5% level. **Results:** There were no significant differences between the HR values at rest in the supine and orthostatic positions ($p = 0.75 - 0.91$). In the effort ($p = 0.51 - 0.93$) and recovery after the FCR effort ($p = 0.65-0.91$), $\Delta\%$ FCR ($p = 0.63-0.93$), and CFCR %) ($P = 0.75 - 0.81$) between the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. **Conclusion:** Variations in the menstrual cycle, follicular and luteal phases, were not able to alter HR responses in a group of clinically healthy young women.

Key words: Women, autonomic nervous system, menstrual cycle.

Introdução

O comportamento da frequência cardíaca na condição de repouso (FC), esforço e de recuperação (FCR) imediatamente após o esforço são medidas usualmente empregadas na prática clínica (JOUVEN *et al.*, 2005; COLE *et al.*, 1999) e no ambiente desportivo (BELLENGER *et al.*, 2016) por estar diretamente relacionadas ao poder diagnóstico e prognóstico de diferentes condições clínico-funcionais na população em geral. Em mulheres, o ciclo menstrual (CM) pode alterar a fisiologia feminina pelas variações hormonais que ocorrem.

O ciclo menstrual (CM) é um evento responsável por grandes variações na fisiologia da mulher ao longo do mês (LEICHT, HIRNING e ALLEN, 2003; BAI *et al.*, 2009). Este evento cíclico possui três fases distintas e sequenciais que estão na dependência direta dos efeitos dos hormônios secretados pelo eixo hipotálamo – hipófise - gônadas – como os hormônios: liberador de gonadotrofinas (GnRH), hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH). Em resposta ao aumento de secreção dos hormônios da hipófise anterior os hormônios ovarianos, estrogênio e progesterona, são produzidos pelas gônadas femininas e secretados na circulação sanguínea (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Nesse cenário, sabe-se que os níveis dos hormônios sexuais variam continuamente durante o ciclo menstrual, como por exemplo, os níveis de estrógenos iniciam sua elevação no meio da fase folicular (1ª fase) e tem um aumento da sua concentração circulante até antes da fase ovulatória (2ª fase) e que, ambos, estrogênio e progesterona, permanecem com níveis elevados até o meio da fase lútea (3ª fase).

Portanto, essas oscilações hormonais podem influenciar as respostas autonômicas e por consequência alterar as respostas cronotrópicas durante as fases do CM em diferentes condições limitando a prática (CHARKOUDIAN, N. *et al.* 2017).

Na prática clínica, a FC e a FCR são considerados poderosas e independentes preditores de mortalidade para doença cardiovascular (COLE *et al.*, 1999; JOUVEN *et al.*, 2005; JENSEN *et al.*, 2013). No campo da fisiologia do exercício, a FC, a resposta cronotrópica no esforço e a FCR veem sendo frequentemente utilizada como forma de quantificar o *status* do treinamento físico e as adaptações do sistema nervoso autônomo ao exercício (BOSQUET *et al.*, 2008; BELLENGER *et al.*, 2016).

Alterações em parâmetros de controle cardiovascular são percebidas ao longo do CM (BRAR, SINGH e KUMAR, 2015). Estudos relatam aumentos de atividade parassimpática em associação aos altos níveis de estrogênios ao fim da fase folicular e início da fase ovulatória (LEICHT, HIRNING e ALLEN, 2003). Em contrapartida, em outros estudos não são relatadas diferenças entre as fases para parâmetros de atividades autonômicas (BAI *et al.*, 2009). Além disso, poucos são os estudos que se dedicaram a avaliar o comportamento da FC no repouso e apenas um dos estudos publicados foi dedicado a investigar o comportamento da FC após estresse (TEIXEIRA *et al.*, 2012; YAZAR e YAZICI, 2016).

Entretanto, sabe-se pouco sobre as respostas da FC na condição de repouso, esforço e recuperação em diferentes fases do CM. Assim, não sabemos se as fases do CM podem alterar de forma significativa as respostas da FC em diferentes condições, o que poderia levar a diferentes interpretações clínicas e funcionais afetando o diagnóstico e prognóstico do que se investiga. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar comparativamente as respostas da FC, no esforço e FCR após teste cardiopulmonar máximo nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual em mulheres jovens saudáveis.

Método

Trata-se de um estudo transversal com amostra não probabilística por conveniência. A amostra composta por mulheres com idade de $24,1 \pm 4,4$ anos e Índice de Massa Corporal $22,5 \pm 0,56 \text{ kg/m}^2$, saudáveis de acordo com avaliação eletrocardiográfica convencional, com ciclo menstrual normal e regular ($28 \pm 1,1$ dias) e não usuárias de medicamento anticoncepcional.

Os dados foram coletados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília no período da manhã, entre 7 e 11 da manhã. Todas as voluntárias, antes do início dos testes, foram orientadas quanto ao protocolo experimental sendo esclarecidas a respeito dos procedimentos, riscos e benefícios do estudo para posteriormente, em concordância com o estudo, assinarem o termo de consentimento livre esclarecido (APÊNDICE A). O projeto foi inicialmente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília sob o parecer nº152B/2011 (APÊNDICE B).

Para proceder à avaliação, as voluntárias deveriam apresentar no repouso, previamente ao esforço, valores normais de FC ($< 80 \text{ bpm}$), pressão arterial sistólica (PAS) ($< 140 \text{ mmHg}$), pressão arterial diastólica (PAD) ($< 90 \text{ mmHg}$) e índice de massa corpórea (IMC) $> 18,5 \text{ Kg/m}^2$ e $< 29,9 \text{ Kg/m}^2$. Não poderiam apresentar doenças cardiovasculares, estar sob tratamento medicamentoso, possuir qualquer limitação que tornasse inviável a realização do teste de esforço ou apresentar sinais de estado emocional alterado. Adicionalmente, as voluntárias foram orientadas quanto ao descanso físico de 24 horas previamente ao procedimento experimental e a não consumir bebidas que podem alterar o *status* autonômico como café, chá, refrigerantes e bebidas energéticas no dia do teste.

A análise seguiu, com vistas à caracterização da amostra, a sequência: preenchimento de anamnese composta por questões sobre hábitos do cotidiano, uso de medicamentos e histórico de doenças pregressas. (APÊNCICE C).

A duração do ciclo menstrual foi determinada pela contagem do número de dias desde o primeiro dia de menstruação até e incluindo o dia antes do início do próximo episódio que marca o início do CM. Após os ajustes em relação ao CM as voluntárias foram avaliadas nas fases folicular e lútea conforme desenho experimental descrito na Figura 1.

Inicialmente, as voluntárias foram submetidas à avaliação antropométrica (massa corporal e estatura), dirigindo-se posteriormente a uma maca onde, após repouso de 10 minutos, na posição supina, foram coletados os valores pressão arterial (PA) e FC. Ainda nesta posição, foi realizada avaliação eletrocardiográfica de 12 derivações. Na sequência foi orientado que as voluntárias assumissem a posição ortostática de forma ativa, após dois minutos nessa posição, foi realizada a medida de pressão arterial. Na sequência com as voluntárias na posição ortostática foram realizadas as mesmas avaliações funcionais, exceto eletrocardiograma, conforme a posição supina. Após as medidas no repouso, foi realizado o teste cardiopulmonar máximo e na sequência a recuperação ativa.

Determinação do dia das avaliações

A fase folicular começa com o início do período menstrual e tem duração média de 15 dias. Já a fase lútea, apresenta duração mais constante de 13 a 14 dias e termina com o início da menstruação. Entre essas duas fases, existe ainda a fase ovulatória que tem duração aproximada de 3 a 4 dias (KOEPPEN e STANTON, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2012). Foram definidos o período de dias contidos entre o 9º e o 11º para avaliação da fase folicular (fase folicular tardia) e para a avaliação na fase lútea (fase lútea média), o período contido entre o 19º e o 21º dia após o início do ciclo. (TENAN *et al.*, 2014), conforme descrito na Figura 1.

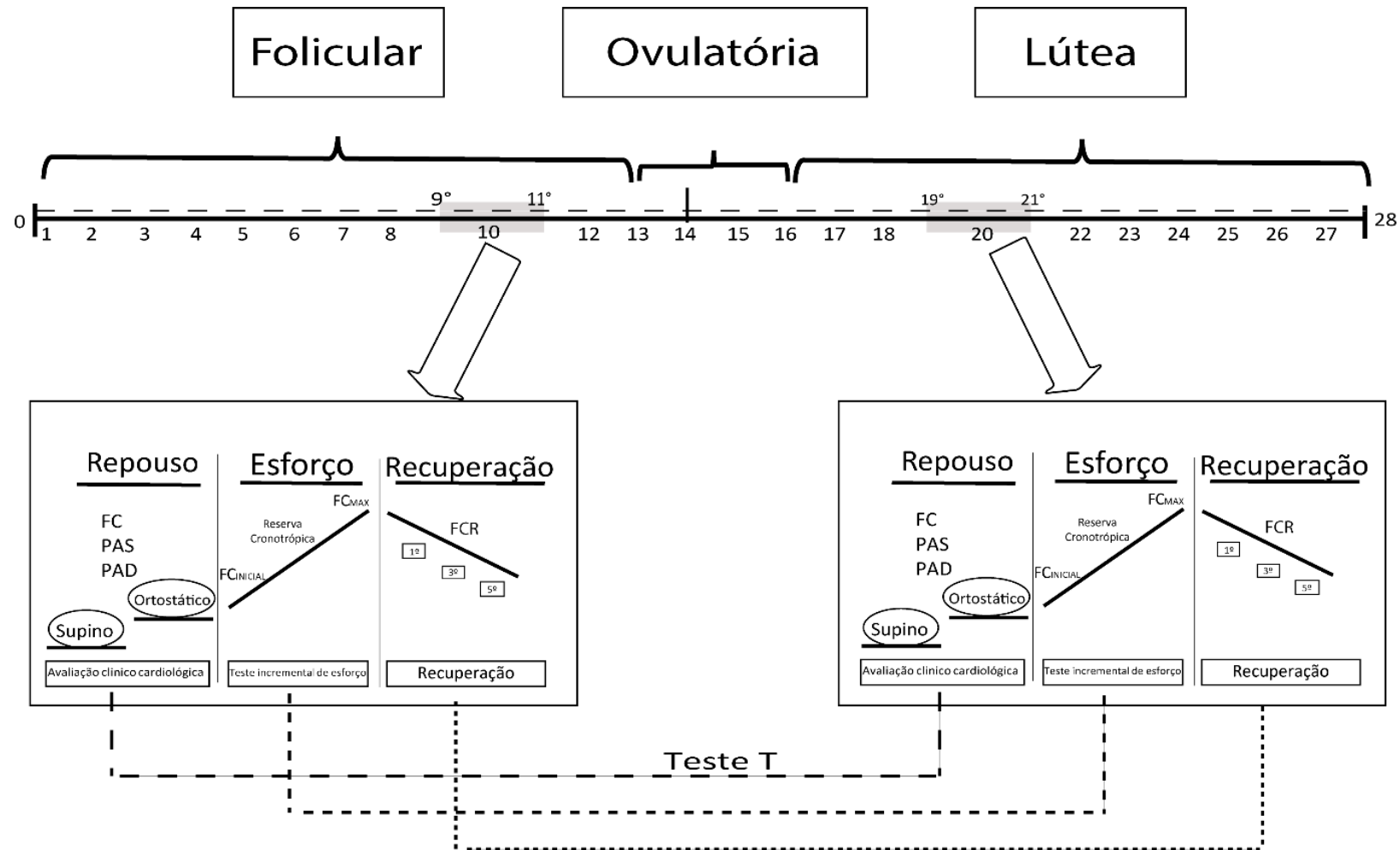


Figura 1. Desenho experimental

Frequência Cardíaca de Repouso

O registro da frequência cardíaca de repouso se deu nas posições supina e ortostática por meio do frequencímetro Polar® RS800cx (PORTO e JUNQUEIRA, 2009; MOLINA *et al.*, 2013; GARCIA *et al.*, 2017). A caracterização da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PAS) das voluntárias foram avaliadas em duas condições fisiológicas diferentes. Inicialmente, na posição supina, as voluntárias foram orientadas a permanecer um período de 15 minutos em decúbito dorsal.

Os primeiros 10 minutos foram dedicados à estabilização das variáveis fisiológicas e retorno aos valores de repouso. Os 5 minutos finais, foram dedicados ao registro a FC de repouso propriamente dita. Terminado o registro, as participantes assumiram a posição ortostática. Na posição ortostática, após um período de 3 minutos feita a mudança de decúbito, foram registrados durante 5 minutos contínuos os valores de FC. Para análise, foram considerados os valores médios no período de cinco minutos de registro (PORTO e JUNQUEIRA, 2009; MOLINA *et al.*, 2013; MOLINA *et al.*, 2016)

Frequência Cardíaca no Esforço

Previamente ao início do protocolo de esforço, foi registrada a frequência cardíaca inicial de teste em posição ortostática ($FC_{INICIAL}$) que representa o ponto de partida das respostas cronotrópicas. Para determinar da frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), foram considerados os maiores valores atingidos no último minuto do teste de esforço. A reserva cronotrópica foi obtida por meio da subtração do maior valor de frequência cardíaca obtida no teste de esforço pelo valor inicial de frequência cardíaca, conforme equação - $R.C = (FC_{MAX} - FC_{INICIAL})$ onde: R.C: Reserva Cronotrópica; FC_{MAX} : maiores valores atingidos no último minuto do teste de esforço e $FC_{INICIAL}$: frequência cardíaca inicial de teste.

Frequência Cardíaca de Recuperação

O valor absoluto da frequência cardíaca de recuperação foi determinada após as voluntárias atingirem os critérios de interrupção estabelecidos para o teste de esforço (THOMPSON *et al.*, 2013). Ao término da prova de esforço incremental, deu-se início a fase de recuperação propriamente dita. Esta fase foi composta por um período total de tempo de 5 minutos, neste momento, a velocidade da esteira foi reduzida para 2,4 km/h com a inclinação mantida em 2,5%. A FCR foi determinada pela subtração do valor máximo obtido durante o teste de esforço pelo valor de cada momento da recuperação – conforme equação: $FCR = (FC_{MAX} - FC_{MINUTO})$, onde: FCR: Frequência Cardíaca de Recuperação; FC_{MAX} : maiores valores atingidos no último minuto do teste de esforço e FC_{MINUTO} : Valores de Frequência Cardíaca em cada minuto da recuperação - até o quinto minuto conforme descrito por (COLE *et al.*, 1999).

Para obtenção dos valores relativos da FCR, ou seja, $\Delta \%FCR$ foi utilizada a razão entre o decremento da frequência cardíaca (1º, 3º e 5º minutos) e a FC_{MAX} atingida no protocolo de esforço - $\Delta \%FCR = (FC_{MINUTO} - FC_{MAX}) \times 100$, onde: $\Delta \%FCR$: variação percentual da FCR; FC_{MINUTO} : Valores de Frequência Cardíaca em cada minuto da recuperação e FC_{MAX} : maiores valores atingidos no último minuto do teste de esforço, multiplicados por 100 (MOLINA *et al.*, 2016; CRUZ *et al.*, 2017; GARCIA *et al.*, 2017).

Foi utilizado o coeficiente de recuperação da FCR (CFCR) no qual corrige a FCR em relação a reserva cronotrópica obtida no teste de esforço (MOLINA *et al.*, 2016). O CRFC é definido a partir da razão entre o decremento da frequência cardíaca (1º, 3º e 5º minutos de recuperação) dividido pela reserva cronotrópica obtida durante o teste de esforço multiplicado por 100, conforme equação - $CFCR = (FC_{MAX} - FCR_{MINUTO} / FC_{MAX} - FCI) \times 100$, onde: CFCR: coeficiente de recuperação da FCR; FC_{MAX} : maiores valores atingidos no último minuto do

teste de esforço; FC_{MINUTO} : Valores de Frequência Cardíaca em cada minuto da recuperação e FC_{INICIAL} : frequência cardíaca inicial de teste.

Teste de esforço Cardiopulmonar

O teste de esforço foi realizado em esteira rolante convencional (ATL, Brasil) com duração entre 8 e 12 minutos. O protocolo de esforço foi iniciado a uma velocidade de 3 km/h e a inclinação constante em 2,5%, durante todo o teste, enquanto que a velocidade sofreu incrementos graduais de acordo com o protocolo de rampa (ACSM, 2013).

Estatística

A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, onde foi constatado distribuição normal. Os dados foram apresentados em termos de média \pm desvio padrão e para a análise comparativa entre os valores cronotrópicos entre as duas fases do CM utilizou-se o teste T de *Student* para amostras independentes ao nível de 5%. As análises foram realizadas no software *Graph Pad Prisma* versão 6 para Windows.

Resultados

Na tabela 1, estão descritos os valores amostrais das variáveis cronotrópicas e hemodinâmicas no repouso supino e ortostático nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual de mulheres saudáveis. Não foram observadas diferenças entre os valores de FC nas posições supina e ortostática ($p=0,75 - 0,91$) e hemodinâmicas ($p=0,10 - 0,92$).

Tabela 1. Valores amostrais em média e desvio padrão ($n=11$) das variáveis cronotrópicas e hemodinâmicas no repouso supino e ortostático nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual de mulheres saudáveis

Variáveis	Folicular			Lútea			<i>p</i>
FC _{SUP} (bpm)	64	±	2,8	64,7	±	1,9	0,75
FC _{ORT} (bpm)	82,6	±	3,4	82,1	±	3,4	0,91
Δ (bpm)	18,6	±	2,7	17,4	±	2,5	0,73
PAS _{SUP} (mmHg)	113	±	3,3	112,2	±	3,2	0,86
PAD _{SUP} (mmHg)	69,6	±	2,2	69	±	2,9	0,87
PAS _{ORT} (mmHg)	104,8	±	2,4	104,5	±	2,1	0,92
PAD _{ORT} (mmHg)	72,4	±	1,9	67,3	±	2,4	0,10

FC_{SUP}: Frequência Cardíaca na posição supina; **FC_{ORT}**: Frequência cardíaca na posição ortostática; **Δ**: Variação absoluta da frequência cardíaca; **PAS_{SUP}**: Pressão arterial sistólica na posição supina; **PAD_{SUP}**: Pressão arterial diastólica na posição supina; **PAS_{ORT}**: Pressão arterial sistólica na posição ortostática; **PAD_{ORT}**: Pressão arterial diastólica na posição ortostática.

Tabela 2. Valores amostrais em média e desvio padrão ($n=11$) das variáveis cronotrópicas e tempo total de teste cardiopulmonar em segundos nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual de mulheres saudáveis

Variáveis	Folicular			Lútea			<i>p</i>
FC _{INICIAL} (bpm)	96	±	3,3	95,18	±	4,4	0,84
FC _{MAX} (bpm)	182,5	±	3,2	182,1	±	2,9	0,93
R.C. (bpm)	86,4	±	2,2	86,9	±	3,8	0,91
T.T. (s)	639,7	±	19,6	623,0	±	16,1	0,51

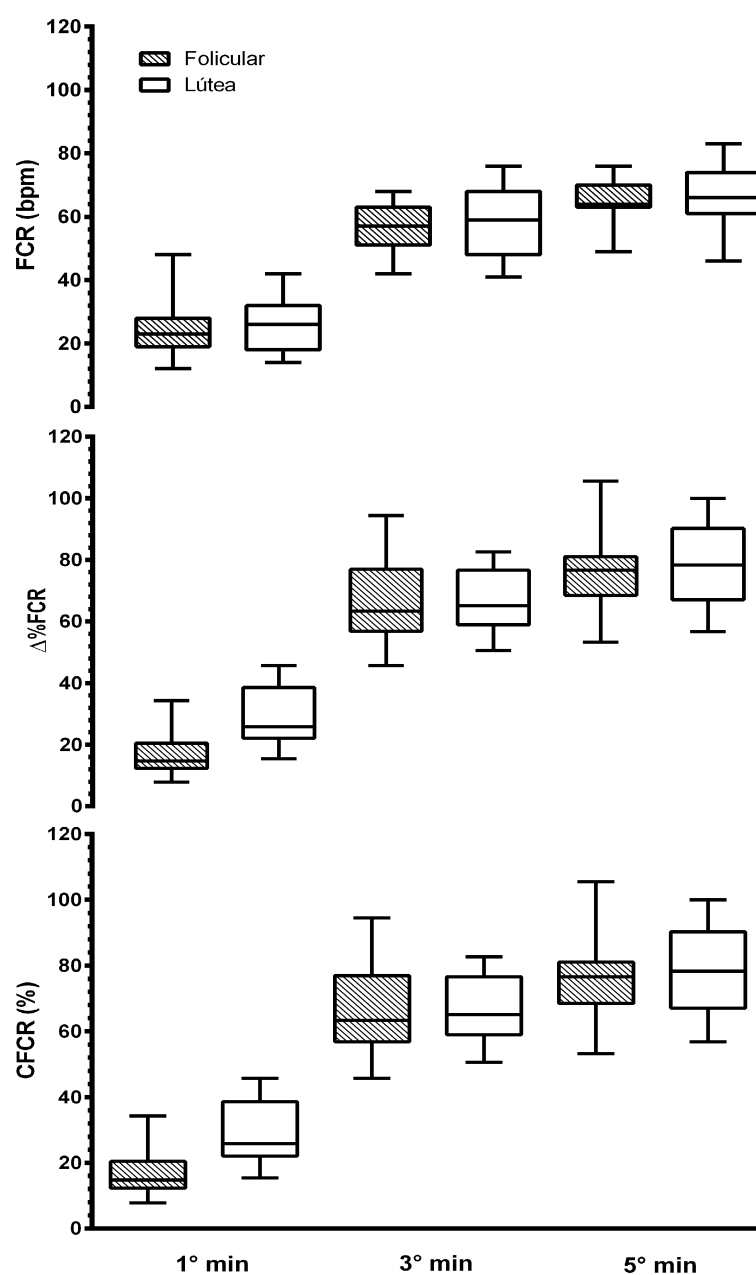
FC_{inicial}: Frequência cardíaca de início de teste; **FC_{Máx}**: Frequência cardíaca máxima; **R.C. (bpm)**: Reserva cronotrópica, calculada a partir da equação: $(FC_{Máx} - FC_{inicial})$; **T.T. (s)**: Tempo total de teste em segundos

Na tabela 2 são descritos os valores referentes ao comportamento das variáveis cronotrópicas no esforço e tempo total de teste. Não foram encontradas diferenças nos valores referentes às variáveis cronotrópicas FC_{INICIAL}, FC_{MAX}, R.C. e T.T. (s) ($p= 0,51 - 0,93$)

A figura 2 apresenta a análise comparativa do comportamento das variáveis FCR (bpm); $\Delta\%$ FCR; CFCR (%) no primeiro, terceiro e quinto minuto de recuperação após teste cardiopulmonar máximo nas fases folicular e lútea. Não foram observadas diferenças significativas entre as medidas da FCR (bpm); $\Delta\%$ FCR; CFCR (%) no primeiro, terceiro e quinto minuto de recuperação após teste cardiopulmonar máximo nas fases folicular e lútea ($p>0.05$).

Figura 2.

Comportamento das variáveis cronotrópicas FCR, $\Delta\%$ FCR e CFCR (%) durante a recuperação (n=11) após teste cardiopulmonar máximo nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual de mulheres saudáveis



Discussão

O principal achado do presente estudo revela que o CM não alterou significativamente as respostas cronotrópicas de mulheres jovens saudáveis em duas fases do ciclo menstrual (folicular e lútea) no repouso, esforço ou recuperação. Em outras palavras, os resultados sugerem que independentemente da fase do CM a avaliação clínica e funcional da FC no repouso – esforço e recuperação podem ser feitas em ambas as fases do CM, que ainda assim, possui o mesmo valor diagnóstico e prognóstico da variável desfecho.

Esse achado é relevante pelo fato de que a frequência cardíaca de repouso, a reserva cronotrópica e a frequência cardíaca de recuperação são comumente utilizadas em ambiente clínico como ferramentas de avaliação prognóstica de risco cardiovascular e que estão associadas ao risco de morte por todas as causas (COLE *et al.*, 1999; JOUVEN *et al.*, 2005; ENGEL *et al.*, 2007; HSIA *et al.*, 2009). Ainda, no campo da fisiologia do exercício, a FC, a resposta cronotrópica no esforço e a FCR veem sendo frequentemente utilizada como forma de quantificar o *status* do treinamento físico e os ajustes do sistema nervoso autônomo cardíaco frente ao exercício (BELLENGER *et al.*, 2016).

Não sendo do nosso conhecimento outros estudos que tenham demonstrado esses resultados em três condições funcionais distintas que se traduzem em três diferentes formas de estímulo e resposta, aplicadas ao sistema cardiovascular em especial ao coração. Consequentemente, o nosso estudo avança no campo da fisiologia cardiovascular aplicada a mulheres sugerindo que o CM não foi capaz de alterar significativamente as respostas cronotrópicas em diferentes condições funcionais para a amostra avaliada.

Nesse sentido, os nossos achados corroboram e avançam aos achados de Teixeira *et al.*, (2012) que não relataram diferenças nos valores de frequência cardíaca de repouso entre as fases folicular e lútea. Entretanto, Leicht *et al.*, (2003) destacam maiores valores de FC na fase

ovulatória quando comparada com as demais fases do ciclo, o que segundo os autores está relacionado com o aumento da temperatura corporal na referida fase.

Com relação a fase de recuperação imediatamente após o esforço, o trabalho conduzido por Yazar e Yazici, (2016) não revelou diferenças nos valores de FCR quando comparadas as fases folicular e lútea, corroborando com os nossos achados.

É conhecido que o período imediatamente após ao esforço, fase de recuperação, é caracterizado por uma desautonomia transitória em função da elevada atividade simpática e uma simultânea reativação parassimpática que geram uma condição fisiológica denominada “*up regulation*” conforme descrito por Molina e colaboradores (2016). Essa é uma condição temporária, contudo caótica, que resulta em alterações abruptas das respostas autonômicas e hemodinâmicas no qual está diretamente associado à capacidade de recuperação sistema cardiovascular frente ao estresse (MOLINA *et al.*, 2016; ROMERO, MINSON e HALLIWILL, 2017) e que, mesmo numa condição em que o sistema foi exigido em relação as respostas autonômicas com maior grau de modulação, especialmente parassimpático não foi verificada diferença entre as fases do CM.

Por outro lado, diferentes estudos demonstraram diferentes efeitos do CM sobre o comportamento de variáveis fisiológicas, como a termoregulação (CHARKOUDIAN *et al.*, 2017), metabolismo durante o exercício (SMEKAL *et al.*, 2007), controle autonômico em repouso (BAI *et al.*, 2009; YAZAR e YAZICI, 2016) e ainda um possível efeito cardioprotetor associado ao aumento dos níveis de estrogênio por sua influência nos vasos sanguíneos (MENDELSON e KARAS, 1999).

Nesse cenário o nosso estudo destaca-se por descrever as respostas cronotrópica em diferentes condições funcionais no qual são incipientes os estudos que investigaram a relação entre o CM sobre as respostas cronotrópicas ao exercício.

Na condição de repouso, sabe-se que os ajustes do balanço autonômico cardíaco estão na dependência absoluta/relativa dos tônus dos ramos autonômicos cardíacos, simpático e parassimpático sobre o nódulo sinoatrial. Por outro lado, no esforço e recuperação os ajustes do balanço autonômico cardíaco estão na dependência absoluta/relativa da capacidade de modulação autonômica cardíaca o que sabidamente fortemente influencia os ajustes momento-a-momento da FC (MOLINA *et al.*, 2013; MOLINA *et al.*, 2016).

Apesar das variações hormonais que ocorrem durante o CM, os nossos resultados não demonstraram diferença estatística das respostas cronotrópicas entre as fases folicular e lútea. Dessa forma, no contexto prático, destaca-se a grande utilização da frequência cardíaca de repouso, esforço e recuperação como ferramentas de avaliação, prescrição e monitoramento do *status* de treinamento parecem não ser afetadas pela as fases folicular e lútea do CM facilitando o uso dessas variáveis independentemente da fase do CM.

Como limitação destaca-se que as variações hormonais não foram aferidas durante o CM e, portanto, nos impede de associar diretamente os nossos achados ao fluxo hormonal. Entretanto, ressalta-se o rigor metodológico na tentativa de evitar variações dos picos dos hormônios sexuais femininos em ambas as fases. O método de determinação das fases do CM utilizado foi indireto, ainda assim, destacamos que todas as participantes eram saudáveis de acordo com avaliação clínica. Ainda, distingue-se que todas as avaliações foram rigidamente controladas em relação aos fatores intervenientes que por pudessem influenciar nossas variáveis dependentes.

Em vista disso, concluímos que as variações do CM ao longo do mês, nas fases folicular e lútea, não alteraram comparativamente as respostas da FC na condição de repouso, esforço e recuperação mulheres jovens e saudáveis.

Referências

1. A.L, T.; NOVAES, J. D. S.; JÚNIO, W. Effects of Menstrual Cycle Phase on Resting Heart Rate in Healthy Women. **Journal of Exerceyse Physiology**, v. 15, n. 4, p. 8, 2012.
2. ACSM. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Lippincott Williams & Wilkins, 2013. ISBN 1469826666.
3. BAI, X. *et al.* . Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 297, n. 2, p. H765-74, 2009.
4. BELLENGER, C. R. *et al.* . Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**, v. 46, n. 10, p. 1461-86, 2016.
5. BOSQUET, L. *et al.* . Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 9, p. 709-714, 2008.
6. BRAR, T. K.; SINGH, K. D.; KUMAR, A. Effect of Different Phases of Menstrual Cycle on Heart Rate Variability (HRV). **J Clin Diagn Res**, v. 9, n. 10, p. CC01-4, 2015.
7. CHARKOUDIAN, N. *et al.* . Autonomic control of body temperature and blood pressure: influences of female sex hormones. **Clin Auton Res**, v. 27, n. 3, p. 149-155, 2017.
8. COLE, C. R. *et al.* . Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **N Engl J Med**, v. 341, n. 18, p. 1351-7, 1999.
9. CRUZ, C. *et al.* . Resting Bradycardia, Enhanced Postexercise Heart Rate Recovery and Cardiorespiratory Fitness in Recreational Ballroom Dancers. **Res Q Exerc Sport**, p. 1-6, 2017.
10. ENGEL, G. *et al.* . Prognostic significance of PVCs and resting heart rate. **Ann Noninvasive Electrocardiol**, v. 12, n. 2, p. 121-9, 2007.
11. GARCIA, G. L. *et al.* . EFFECT OF DIFFERENT RECOVERY PROTOCOLS ON THE CARDIAC AUTONOMIC FUNCTION. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 16-20, 2017.
12. HSIA, J. *et al.* . Resting heart rate as a low tech predictor of coronary events in women: prospective cohort study. **BMJ**, v. 338, 2009.
13. JENSEN, M. T. *et al.* . Elevated resting heart rate, physical fitness and all-cause mortality: a 16-year follow-up in the Copenhagen Male Study. **Heart**, v. 99, n. 12, p. 882-7, 2013.
14. JOUVEN, X. *et al.* . Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. **N Engl J Med**, v. 352, n. 19, p. 1951-8, 2005.

15. KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. **Berne & Levy Physiology**. Elsevier Health Sciences, 2009. ISBN 0323080308.
16. LEICHT, A. S.; HIRNING, D. A.; ALLEN, G. D. Heart rate variability and endogenous sex hormones during the menstrual cycle in young women. **Exp Physiol**, v. 88, n. 3, p. 441-6, 2003.
17. MENDELSON, M. E.; KARAS, R. H. The protective effects of estrogen on the cardiovascular system. **N Engl J Med**, v. 340, n. 23, p. 1801-11, 1999.
18. MOLINA, G. E. *et al.* . Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men. **Clin Auton Res**, v. 26, n. 6, p. 415-421, 2016.
19. MOLINA, G. E. *et al.* . Unaltered R-R interval variability and bradycardia in cyclists as compared with non-athletes. **Clin Auton Res**, v. 23, n. 3, p. 141-8, 2013.
20. PORTO, L. G.; JUNQUEIRA, L. F., JR. Comparison of time-domain short-term heart interval variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. **Pacing Clin Electrophysiol**, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2009.
21. ROMERO, S. A.; MINSON, C. T.; HALLIWILL, J. R. The cardiovascular system after exercise. **J Appl Physiol** (1985), v. 122, n. 4, p. 925-932, 2017.
22. SMEKAL, G. *et al.* . Menstrual cycle: no effect on exercise cardiorespiratory variables or blood lactate concentration. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 7, p. 1098-106, 2007.
23. TEIXEIRA, A. L. S. *et al.* . Effects of Menstrual Cycle Phase on Resting Heart Rate in Healthy Women. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 15, n. 4, 2012.
24. TENAN, M. S. *et al.* . Changes in resting heart rate variability across the menstrual cycle. **Psychophysiology**, v. 51, n. 10, p. 996-1004, 2014.
25. THOMPSON, P. D. *et al.* . ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. **Current sports medicine reports**, v. 12, n. 4, p. 215-217, 2013.
26. YAZAR, S.; YAZICI, M. Impact of Menstrual Cycle on Cardiac Autonomic Function Assessed by Heart Rate Variability and Heart Rate Recovery. **Med Princ Pract**, v. 25, n. 4, p. 374-7, 2016.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa

FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E AVALIAÇÃO ERGOESPIROMETRICA EM ASSOCIAÇÃO COM O DESEMPENHO FÍSICO AERÓBIO EM ADULTOS SADIOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONDICIONAMENTO FÍSICO

Pesquisador

Waydson Rabelo Alves

(Aluno de iniciação científica do Laboratório de Fisiologia do Exercício - UnB)

Coordenador de pesquisa

Prof. Dr. Guilherme Eckhardt Molina

(Prof. adjunto da Faculdade de Educação Física – Universidade de Brasília - UnB)

Locais de realização

Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília
Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB
Hospital Universitário de Brasília HuB.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu,....., abaixo assinado, juntamente com o *Prof. Dr. Guilherme Eckhardt Molina*, declaro ter lido ou ouvido, e compreendido totalmente o presente termo de meu consentimento para a participação como convidado que fui pelo pesquisador acima indicado da pesquisa, o qual estabelece o seguinte

1. Estou participando de minha livre e espontânea vontade, a convite dos pesquisadores envolvidos, na pesquisa para verificar a relação dos aspectos da Função Autonômica Cardíaca e variáveis Ergoespirométricas, no repouso, exercício e na recuperação pós-exercício, em indivíduos adultos e jovens de ambos os sexos, com diversos níveis de condicionamento físico, clinicamente saudável, assintomático, em pleno gozo de suas atribuições pessoais e profissionais.
2. Nenhum tipo de pagamento será feito pela minha participação como voluntário (a) nessa pesquisa. Os pesquisadores responsáveis não têm qualquer responsabilidade sobre problemas pessoais de qualquer tipo em consequência da participação na pesquisa, à exceção de eventuais problemas médicos e/ou fisiológicos decorrentes diretamente de minha participação nesta pesquisa.
3. O protocolo geral da pesquisa prevê uma etapa básica. Serei atendido pelo pesquisador a fim de proceder uma (entrevista sobre características e hábitos pessoais), medida de dados antropométricos (peso, altura, e pressão arterial de repouso) e teste de avaliação da função autonômica cardíaca, em sala apropriada no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB. Para as análises, serão utilizados dois aparelhos comuns, que são o eletrocardiograma e o frequencímetro, para registro de eletrocardiograma e registro dos intervalos iR-R, além da contagem do número de batimentos do coração (frequência cardíaca), na posição deitada, em cama de exame médico, e na posição de pé ao lado da cama. Em cada uma das situações de exame, o eletrocardiograma e a contagem dos batimentos do coração terão a duração de 5 minutos, com intervalo de alguns minutos entre uma situação e outra. Em seguida, farei um teste ergoespirométrico em esteira rolante (respirando numa máscara que mede os gases da respiração), para avaliação de capacidade física, de caráter máximo, que será sempre interrompido num ponto chamado de

consumo máximo de oxigênio, que é normalmente associado a um grau de esforço físico intenso. Os procedimentos serão realizados, com data e hora marcadas, no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília – FEF, na presença do pesquisador responsável.

4. Os exames não têm qualquer risco esperado, pois compreendem apenas o registro do eletrocardiograma e registro dos intervalos iR-R durante as situações explicadas, bem como de teste de esforço máximo. A mudança da posição deitada para a posição de pé, pode provocar tontura ou sensação de desmaio em algumas pessoas, que logo desaparecem com medidas de controle, como o restabelecimento da posição deitada.
5. Quando estiver concluída a pesquisa, poderei, sob minha expressa solicitação, ser informado (a) detalhadamente sobre os resultados e ter uma cópia da mesma.
6. Entendo que poderei não ter benefício pela participação nessa pesquisa, a não ser o da realização de exames especializados que fornecerão informações sobre meu estado de saúde.
7. Os pesquisadores garantem que qualquer informação pessoal será mantida em sigilo, nas publicações científicas que decorrerão deste trabalho não identificará a pessoa examinada
8. Tenho assegurado o direito de abandonar a participação nessa pesquisa a qualquer momento, sem qualquer consequência ou prejuízo para mim, bastando para isso comunicar o desejo aos pesquisadores.

Brasília,dede

Nome.....

Assinatura.....

Voluntário (a)

Guilherme Eckhardt Molina
Pesquisador Responsável

APÊNDICE B



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE MEDICINA
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto: CEP-FM 091/2009.

Título: "Função autonômica cardíaca e avaliação ergoespirométrica em associação com o desempenho físico aeróbico em adultos saudáveis com diferentes níveis de condicionamento físico".

Pesquisador Responsável: Guilherme Eckhardt Medina.

Documentos analisados: Folha de rosto, carta de encaminhamento, declaração de responsabilidade, protocolo da pesquisa, termo de consentimento livre e esclarecido, cronograma, bibliografia pertinente e currículo(s) de pesquisador(es).

Data de entrega: 24/11/2009.

Parecer do (s) relator (s)

☒ Aprovação

☐ Não aprovação.

Data da primeira análise pelo CEP-FM/UNB: 21/12/2009.


Data do parecer final do projeto pelo CEP-FM/UNB: 18/02/2010.

PARECER

Com base na Resolução CNS/MS nº 196/96 e resoluções posteriores, que regulamentam a matéria, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília decidiu **APROVAR**, na reunião ordinária de 24/02/2010, conforme parecer do (s) relator (s), o projeto de pesquisa acima especificado quanto aos seus aspectos éticos.

1. Modificações no protocolo devem ser submetidas ao CEP, assim como a notificação imediata de eventos adversos graves;
2. O (s) pesquisador (es) deve (m) apresentar relatórios periódicos do andamento da pesquisa ao CEP-FM.

Brasília, 25 de Fevereiro de 2010


Prof. Elaine Maria de Oliveira Azeiteiro
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade de Medicina-UNB

APÊNDICE C – Ficha de Anamnese

Nome: _____

Idade: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Alguém na família sofre ou já sofreu com alguma doença cardíaca?

Você sofre ou já sofreu com alguma doença cardiovascular?

Pratica alguma atividade ou exercício físico? Sim ou não? E qual?

Já sentiu alguma dor no peito durante a prática de exercícios?

Tem o ciclo menstrual normal e regular (ele tem a mesma duração aproximada)? Há quanto tempo?

Faz uso contínuo de algum medicamento? Qual o motivo?

Qual a duração média do ciclo menstrual (o tempo entre o início de um ciclo e o início do próximo)?

Qual foi o primeiro dia da última menstruação?

O que comeu hoje antes do exame?

Existe algo importante que julgue importante e queira me dizer a respeito da sua saúde?

Algum acontecimento no dia de hoje pode ter alterado seu estado emocional alterado?

Peso:			Altura:		
Supino			Ortostático		
P.A. (mmHg)	Sist.	Diast.	P.A. (mmHg)	Sist.	Diast.
F.R. (cpm)			F.R. (cpm)		